

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-182955

(P2000-182955A)

(43)公開日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマート*(参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 3 F
G 0 3 F 7/22		G 0 3 F 7/22	H
		H 0 1 L 21/30	5 1 6 B

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 8 頁)

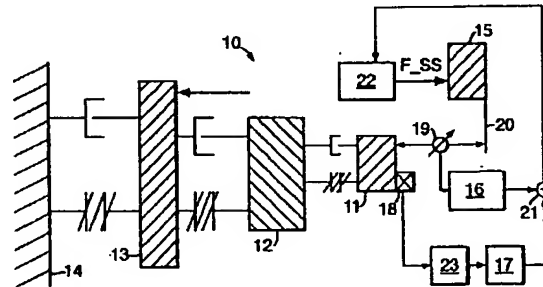
(21)出願番号	特願平11-355734	(71)出願人	599045866 エイエスエム リトグラフィー ベスロー テン フェンノートシャップ オランダ国フェルトホーフエン, デ ルン 1110
(22)出願日	平成11年12月15日(1999. 12. 15)	(72)発明者	ハリイ ヘンリクス ヘルマン マリー コックス オランダ国 エインドホーフエン、ウォル フスベン 4
(31)優先権主張番号	9 8 2 0 4 3 0 8 . 5	(72)発明者	レインダー テウン プルグ オランダ国 エインドホーフエン、ハリン グブリエト 9
(32)優先日	平成10年12月17日(1998. 12. 17)	(74)代理人	100066692 弁理士 浅村 皓 (外3名)
(33)優先権主張国	ヨーロッパ特許庁 (E P)		

(54)【発明の名称】 サーボ制御方法およびリソグラフィ投影装置でのその用途

(57)【要約】

【課題】 レンズに対して基板テーブル及び／又はレティクル・テーブルを位置させることができる精度に対するレンズの振動の有害な影響を軽減するために、有効な手段をとることができるリソグラフィ投影装置を提供する。

【解決手段】 ホトリソグラフィ装置において、ウェーハ・テーブルの運動を補償するために、ウェーハ・テーブル及び／又はマスク・テーブルの位置決め手段に供給する制御信号を入手するために、振動外乱によるレンズ・ユニットの加速度が測定され、使用される。このフィードフォワード・システムは、例えば、レンズの固有周波数の付近の特定の周波数帯内のレンズ・ユニットの運動を修正するために最適化することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 リソグラフィ装置であって、照射用の投影ビームを供給するための照射システムと、マスクを保持するためのマスク・ホルダーを備え、第一の位置決め手段に接続されている第一のオブジェクトテーブルと、基板を保持するための基板ホルダーを備え、第二の位置決め手段に接続されている第二のオブジェクトテーブルと、マスクの照射部分を前記基板の目標領域上に画像形成するための投影システムとを備えたリソグラフィ装置において、前記投影システムの加速度を検出し、それを表わす、少なくとも一つの加速度信号を発生するための検出手段と、前記加速度信号にตอบสนองする制御手段にして、少なくとも一つの制御信号を発生し、対応するオブジェクトテーブルを移動させるように前記位置決め手段の中の少なくとも一つを制御し、それにより前記投影システムの運動を補償する制御手段とを有することを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項2】 請求項1に記載のリソグラフィ装置において、前記検出手段および前記制御手段が、20～400 Hzの範囲内の周波数を持つ投影システムの運動を検出し、補償するようになっているリソグラフィ装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載のリソグラフィ装置において、その固有の周波数を中心とするある周波数帯、特に±20 Hzの周波数帯内で前記投影システムの運動を最も正確に補償するために、前記検出手段および前記制御手段の調整が行われるリソグラフィ装置。

【請求項4】 請求項1、請求項2または請求項3に記載のリソグラフィ装置において、該リソグラフィ装置が、前記検出手段が発生した加速度信号を平滑するための高域フィルタをさらに備えるリソグラフィ装置。

【請求項5】 請求項4に記載のリソグラフィ装置において、前記高域フィルタが、0.1～50 Hzの範囲内に遮断周波数を持つリソグラフィ装置。

【請求項6】 請求項1から請求項5の何れか1項に記載のリソグラフィ装置において、前記検出手段が加速度計を備えるリソグラフィ装置。

【請求項7】 請求項1から請求項5の何れか1項に記載のリソグラフィ装置において、前記検出手段が干渉計を備えるリソグラフィ装置。

【請求項8】 前記請求項の何れか1項に記載のリソグラフィ装置において、該リソグラフィ装置が、前記投影システムおよび前記オブジェクトテーブルの中の少なくとも一つの相対的位置を感知し、位置信号を発生するための位置感知手段と、

第二の制御信号を発生するための、前記位置信号にตอบสนอง

する第二の制御手段と、前記制御信号と前記第二の制御信号とを加算するための加算手段とをさらに備えるリソグラフィ装置。

【請求項9】 前記請求項の何れか1項に記載のリソグラフィ装置において、前記位置決め手段が、ロング・ストローク移動手段とショート・ストローク移動手段とを備え、前記制御信号が、前記ショート・ストローク移動手段に供給されるリソグラフィ装置。

【請求項10】 前記請求項の何れか1項に記載のリソグラフィ装置において、前記検出手段が、その位置が前記制御信号に応じて制御される前記オブジェクトテーブルの比較的近く、特に5 cm以内のところに、前記投影システムの上に装着されていることを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項11】 リソグラフィ投影装置において、前記投影システムと前記オブジェクトテーブルの中の少なくとも一つの相対的位置を制御するための方法であって、前記投影システムの加速度を測定することと、前記投影システムの運動を補償するように運動させるために前記オブジェクトテーブルに供給する力を決定することと、前記オブジェクトテーブルに前記決定した力を供給することを含む制御方法。

【請求項12】 請求項11に記載の制御方法において、前記力が、ショート・ストローク・アクチュエータを通して前記オブジェクトテーブルに供給される制御方法。

【請求項13】 装置製造方法であって、照射感知材料の層で、少なくともその一部が覆われている基板を供給することと、パターンを含むマスクを供給することと、照射感知材料の層の目標領域上に、前記マスク・パターンの少なくとも一部の画像を投影するために、照射投影ビームを使用することとを含み、

該方法が、照射投影ビームを供給するための照射システムと、マスクを保持するためのマスク・ホルダーを備え、第一の位置決め手段に接続されている第一のオブジェクトテーブルと、

基板を保持するための基板ホルダーを備え、第二の位置決め手段に接続されている第二のオブジェクトテーブルと、前記基板の目標領域上に、前記マスクの照射された部分の画像を形成するための投影システムとを備えたリソグラフィ投影装置を使用して実行される装置製造方法において、前記投影システムの加速度を検出し、それを表わす少なくとも一つの加速度信号を発生するために検出手段が使用され、

前記加速度信号にตอบสนองする制御手段にして、少なくとも

一つの制御信号を発生し、対応するオブジェクトテーブルを移動させるように前記位置決め手段の中の少なくとも一つを制御し、それにより前記投影システムの運動を補償する制御手段が使用されることを特徴とする装置製造方法。

【請求項14】 請求項13に記載の方法を使用して製造した装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、サーボ制御方法および装置に関する。特に、

・照射の投影ビームを供給するための照射システムと、
・マスクを保持するためのマスク・ホルダーを備え、第一の位置決め手段に接続されている第一のオブジェクトテーブルと、

・基板を保持するための基板ホルダーを備え、第二の位置決め手段に接続されている第二のオブジェクトテーブルと、

・マスクの照射部分を基板の目標領域上に画像形成するための投影システムとを備えるリソグラフィ投影装置における上記方法および装置の用途に関する。

【0002】

【従来の技術、及び、発明が解決しようとする課題】説明を簡単にするために、以下の説明においては、投影システムを「レンズ」と呼ぶことにする。しかし、この用語は、例えば、屈折光学系、反射光学系、反射屈折光学系、および荷電粒子光学系を含む種々のタイプの投影システムを包括するものと広義に解釈すべきである。さらに、第一および第二のオブジェクトテーブルは、それぞれ、「マスク・テーブル」および「基板テーブル」と呼ぶことができる。

【0003】リソグラフィ投影装置は、例えば、集積回路（IC）の製造の際に使用することができる。その場合、マスク（レティクル）は、ICの個々の層に対応する回路パターンを含むことができ、このパターンを、感光材料（レジスト）の層でコーティングされている基板（シリコン・ウェーハ）上の、目標領域（ダイ）上に画像形成することができる。通常、一つのウェーハは、一度に一つずつ、レティクルを通して連続的に照射される、隣接するダイの全ネットワークを含む。あるタイプのリソグラフィ投影装置の場合には、各ダイは、全レティクルを、一回でダイの上に露出することにより照射される。このような装置は、通常、ウェーハ・ステッパと呼ばれる。通常、ことおよび走査装置と呼ばれる別の装置の場合には、所与の基準方向（「走査」方向）に、照射ビームにより照射されている、レティクルパターンを順次走査することにより各ダイを照射する。その間、ウェーハ・テーブルは上記方向に平行に、または逆平行に同期して走査される。通常、投影システムは、倍率M（通常、1より小さい）を持っているので、ウェーハ・

テーブルが走査される速度 v は、レティクル・テーブルが走査されるM倍になる。上記リソグラフィ装置の詳細については、例えば、国際特許出願WO97/33205、およびWO96/38764を参照されたい。

【0004】ごく最近まで、このタイプの装置は、一つのマスク・テーブルと一つの基板テーブルしか備えていなかった。しかし、少なくとも二つの個々の基板テーブルを備える装置が入手できるようになった。例えば、国際特許出願WO98/28665、およびWO98/40791が開示している多段装置を参照されたい。上記多段装置の基本的動作原理とは、第一の基板テーブル上に位置する第一の基板を露出することができるように、上記基板テーブルが、投影システムの下に位置している、第二の基板テーブルが装填位置に移動し、露出した基板を放出し、新しい基板を取り上げ、新しい基板上でいくつかの最初の整合測定を行い、第一の基板の露出が終了したらすぐに、投影システムの下に露出位置に、この新しい基板を移動させ、その後で同じ動作を繰り返して行うというものである。このようにして、装置の処理能力を実質的に増大することができ、それにより装置を効率的に使用することができる。

【0005】現在のリソグラフィ装置の投影光線は、通常、波長が365ナノメートル、248ナノメートルまたは193ナノメートルのUV（紫外線）である。しかし、半導体業界ではサイズを小さくすることが、何時でも最も重要な課題であるので、新しい照射タイプの開発がますます必要になってきている。現在、近い将来有望と見られている照射タイプは、波長157ナノメートルまたは126ナノメートルの紫外線、および極紫外線（EUV）および粒子ビーム（例えば、電子またはイオン・ビーム）等である。

【0006】上記装置の場合、非常に高い精度で、オブジェクトテーブルとレンズとの相対位置を制御しなければならない。この相対位置が、振動によって一時的にずれると重大な結果になる。このような振動の存在は、比較的容易に検出することができるけれども、その振動源を発見し、除去するのはかなり面倒な作業である。例えば、レンズの振動は、他にも原因はあるが、とりわけ、床の振動、（ことおよび走査装置の場合の）間接走査力、（装置の空気サスペンション装置からの）防振システムのノイズにより発生する場合がある。レンズは、通常、非常に大型で、重い（例えば、約50～250kg程度の質量を持つ）ので、比較的低い周波数の振動に特に感じ易い。

【0007】リソグラフィ投影プロセスの場合には、レンズに対する基板ホルダー及び/又はマスク・ホルダーの位置に関する誤差は、2ナノメートルまたはそれ以下でなければならない。さらに、サーボ・システムの実設計の際の条件によっては、レンズの位置に関する誤差を1ナノメートル程度にしなければならない場合もある。

る。試験の際、発明者は、このような数値の位置に関する誤差は、ある条件下においては、1N（数百から数千キログラムの質量を持つ場合がある装置に働く）程度の外乱力で発生することがあることを観察した。それ故、必要なレベルの安定性を達成するのは非常に困難である。本発明の一つの目的は、この問題を軽減することである。より詳細に説明すると、本発明の一つの目的は、レンズに対して基板テーブル及び/又はレティクル・テーブルを位置させることができる精度に対するレンズの振動の有害な影響を軽減するために、有効な手段をとることができるリソグラフィ投影装置を提供することである。

【0008】本発明によれば、上記およびその他の目的は、冒頭のところで説明した、投影システムの加速度を検出し、それに関する少なくとも一つの信号を発生するための検出手段と、前記加速度信号に応答する制御手段にして、少なくとも一つの制御信号を発生し、対応するオブジェクトテーブルを移動させるように前記位置決め手段の中の少なくとも一つを制御し、それにより前記投影システムの運動を補償する制御手段とを特徴とするリソグラフィ投影装置で達成される。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、また、上記リソグラフィ投影装置で、オブジェクトテーブルの中の少なくとも一つと、投影システムとの相対位置を制御する方法を提供する。上記方法は、投影システムの加速度を測定することと、オブジェクトテーブルの中の少なくとも一つに加える力を決定して、投影システムの運動を補償するように運動させることと、上記オブジェクトテーブルに上記決定した力を加えることとを含む。

【0010】本発明によるフィードフォワード制御は、レンズ・テーブルおよびオブジェクトテーブル（ウェーハ・テーブル及び/又はレティクル・テーブル）の相対位置に対する、振動（例えば、リソグラフィ装置の主フレームまたは基板の）の影響をかなり軽減することができる。このフィードフォワード制御は、例えば、レンズの固有周波数付近の特定の周波数帯内で最大の補償が行われるように、特に調整することができる。

【0011】本発明は、一つまたはそれ以上の6自由度のレンズ、基板テーブル及び/又はマスク・テーブルに使用することができる。説明を簡単にするために、1自由度に対して行われる修正に焦点を当てて説明する。しかし、上記の考慮事項は、もっと多くの自由度に対しても同様に有効である。後者の場合、通常、一組の検出手段（例えば、一つの自由度当りの一つの制御テーブル当たり一つずつ）を持ち、いくつかの制御信号（例えば、上記組の一つの検出手段当たり一つずつ）を発生する。

【0012】本発明の好適な実施形態の場合には、検出手段は、その位置が制御信号に従って制御される、（一つのまたは複数の）オブジェクトテーブルに相対的に近

接した状態で（好適には、できるだけ近接している状態で）、投影システム上に装着されている。この場合、検出手段が測定したレンズの加速度は、比較的高い精度で、（一つのまたは複数の）オブジェクトテーブルに加えられる力に変換される。一方、検出手段が（制御された）オブジェクトテーブルから比較的遠くに位置している場合には、テーブルの外挿された必要な運動の精度は低くなる。レティクル・テーブルおよびウェーハ・テーブルの、両方の位置を制御するために本発明を使用する場合には、各テーブルに対して一つずつ、二つ（例えば）の検出手段を使用することができる。

【0013】前節で説明した実施形態の場合には、検出手段は、投影システムに固定することができる（加速度計のような）装置を備える。そのようなシナリオについては、以下に、例えば、実施形態2のところで説明する。しかし、別の場合には、検出手段は、投影システムおよびオブジェクトテーブルの中の少なくとも一つの相対位置及び運動を、干渉計により測定する干渉計手段を含む。このような場合については、以下に、例えば、実施形態4のところでさらに説明する。

【0014】本発明のリソグラフィ投影装置を使用する製造プロセスの場合には、マスク内のパターンは、エネルギーを感知する材料（レジスト）で、少なくともその一部がカバーされている基板上に画像形成される。この画像形成の前に、基板に対して、下塗り、レジスト・コーティングおよびソフト・ベークのような種々の処理が行われる。露出を行った後で、基板に対して別の処理を行うことができる。露出後のベーク（PEB）、現像、ハード・ベークおよび画像形成したものとの測定/検査のような、他の処理を行うことができる。この一連の手順は、例えば、ICのような装置の個々の層をパターン形成するための基礎プロセスとして使用される。その後で、このようにパターン形成された層に対して、エッチング、イオン注入（ドーピング）、金属化、酸化、化学機械的研磨等のような種々の処理が行われる。これらすべての処理は、個々の層を完成させるためのものである。いくつかの層が必要な場合には、全処理またはそれを修正したものを、新しい各層に対して反復して行わなければならない。最後に、ICのような装置のアレイが基板（ウェーハ）上に形成される。その後で、これらICのような装置は、ダイシング（さいの目に切る）またはのこ引きのような技術により、別々に切り離され、その後で、個々のICのような装置をピン等に接続しているキャリア上に装着することができる。上記プロセスに関する詳細な情報については、例えば、1997年にマグローヒル出版社から発行されたピータ・ファン・ザント著の「半導体処理への実際的なガイド」の第3版、ISBN 0-07-067250-4を参照されたい。

【0015】本明細書においては、ICを製造する際の

本発明の装置の使用について特に説明してきたが、そのような装置は、多くの他の可能な用途を持っていることを理解されたい。例えば、本発明の装置は、集積光学的システム、磁気メモリ用の案内および検出パターン、液晶ディスプレイ・パネル、薄膜磁気ヘッド等の製造の際に使用することができる。当業者なら、上記の別の用途の場合、本明細書の「レティクル」「ウェーハ」または「ダイ」等の用語を、それぞれ、もっと一般的な用語「マスク」「基板」および「目標領域」で置き換えることができることを理解することができるだろう。

【0016】

【発明の実施の形態】<実施形態1>図1は、本発明のリソグラフィ投影装置の略図である。この装置は、
・光線（例えば、UVまたはEUV線、電子またはイオン）の投影ビームPBを供給するための照射システムLA、Ex、IN、COと、

・マスクMA（例えば、レティクル）を保持するためのマスク・ホルダーを備え、レンズPLに対してマスクを正確に位置決めするための第一の位置決め手段PMに接続されている第一のオブジェクトテーブル（マスク・テ

ーブル）MTと、
・基板W（例えば、レジストでコーティングされたシリコン・ウェーハ）を保持するための基板ホルダーを備え、レンズPLに対して基板を正確に位置決めするための第二の位置決め手段PWに接続されている第二のオブジェクトテーブル（基板テーブル）WTと、

・マスクMAの照射部分を基板Wの目標領域C（ダイ）上に画像形成するための投影システム（レンズ）PL（例えば、屈折システムまたは反射システム、ミラー・グループまたはフィールド・デフレクタのアレー）と

を備える。
【0017】本明細書に記載するように、装置は透過性のものである。（すなわち、マスクMAは透過性であり、投影レンズPLは屈折性構成部品からなる）。しかし、装置は、また、反射マスク、ミラー光学系等のような反射素子を（少なくとも一部として）使用することができる。

【0018】照射システムは、照射ビームを発生する、光源LA（例えば、水銀ランプまたはエキシマ・レーザ、加速装置または粒子照射源からの粒子ビームの周囲に配置されたアンジュレータ）を備える。このビームは、例えば、ビーム形成光学系Ex、インテグレータINおよび集光装置COのような種々の光学的構成部品に沿って伝播し、そのため、結果として得られるビームPBは、その断面全体にわたって必要な形と輝度を持つ。

【0019】その後で、ビームPBは、マスク・テーブルMT上のマスク・ホルダー内に保持されているマスクMAを通過する。マスクMAを通過した後で、ビームPBはレンズPLを通過し、レンズPLは基板Wの目標領域上にビームPBの焦点を結ぶ。干渉計を使用する変位

および測定手段PWの力を借りて、基板テーブルWTは、例えば、ビームPBの経路内の異なる目標領域を位置するように、正確に移動することができる。同様に、例えば、マスク・ライブラリからマスクMAを機械的に検索した後で、ビームPBの経路に対してマスクMAを正確に位置させるために、位置決め手段PMを使用することができる。通常、オブジェクトテーブルMT、WTの運動は、ロング・ストローク・モジュール（大体の位置決め）およびショート・ストローク・モジュール（精密な位置決め）の助けにより行われる。これらのモジュールは、図1には示していない。

【0020】図示の装置は、二つの異なるモード、すなわち、ステップ・モードおよび走査モードで 사용할ことができる。

・ステップ・モードの場合には、マスク・テーブルMTは、本質的には固定状態に保持され、マスクの全画像は、目標領域C上に、一回で（すなわち、一回の「フラッシュ」で）投影される。その後で、基板テーブルWTは、xおよびy方向にシフトされ、その結果、異なる目標領域Cを、ビームPBで照射することができる。

・走査モードの場合には、所与の目標領域Cが、一回の「フラッシュ」で露出されない点を除けば、同じシナリオが使用される。代わりに、マスク・テーブルMTは、所与の方向（例えば、x方向のような、いわゆる「走査方向」）に、速度vで運動することができ、その結果、投影ビームPBはマスク画像上を走査する。それと同時に、基板テーブルWTは、同時に速度V=Mvで、同じ方向または異なる方向に移動する。この場合、MはレンズPLの倍率（通常は、M=1/4又は1/5）である。このようにして、解像度を低下させないで、比較的広い目標領域Cを露出させることができる。

【0021】通常、基板Wの各目標領域Cに対しては、連続照射セッション中に種々の露出が行われる。これらの露出を行うと、通常、（多くの場合、ナノメートル程度の、いわゆるオーバーレイ精度で）相互に正確に重畳させなければならないパターン形成された層（例えば、ICの種々の半導体層の回路パターン）が形成される。それ故、レンズPLに対する基板テーブルWTの非常に正確な位置決めが、きわめて重要であることを理解することができるだろう。同様に、マスク・テーブルMTも、レンズPLに対して非常に正確に位置決めしなければならない。（例えば、フレームHOまたは基礎プレートBP内のような）図の装置の種々の部品での振動は、とりわけ、レンズPLに伝わる恐れがあり、その場合には、上記振動は必要な精度の達成にきわめて悪影響を与える恐れがある。本発明は、例えば、実施形態2のところで説明するように、この問題を軽減するために使用することができる。

【0022】<実施形態2>図2は、本発明が適用されるリソグラフィ投影装置10の関連構成部分の略図であ

10

20

30

40

50

る。上記構成部分は質量で表わし、その間の相互接続はスプリング及びダンパで表わす。

【0023】図2の場合、レンズ11は、主プレート12上に装着されていて、主プレートは、基礎フレーム13上に装着されている。基礎フレーム13は、床14上に装着されていて、床は分析目的のために硬質であると見なされる。主プレート12は、装置に対して計測フレームとして機能する。加速度計18は、レンズ11の加速度を測定するために装着されていて、レンズの瞬間的加速度を表わす信号Aを発生する。この目的に適する多くの加速度計18が市販されていて、例えば、下記の加速度計を含む種々様々な動作原理の加速度計の中から選択することができる。

・容量性加速度計（例えば、アナログ・デバイス・アンド・モトローラ社の）

・ピエゾ抵抗加速度計（例えば、ドラック・アンド・J & M社の）

・圧電加速度計（例えば、ブルエル・アンド・クジャール社の）

・ジャイロ加速度計（例えば、ムラタ製作所の）

・熱加速度計（例えば、IGアンドG社の）

【0024】通常のリソグラフィ投影装置の場合には、レンズ11は、多くの場合、約50〜250キログラム程度の質量を持ち、その固有周波数は、50〜150Hzの範囲内にある。各主プレート12および基礎フレーム13の質量は、通常、数百から数千キログラム程度で、これらの部品の固有周波数は、通常、1〜20Hzの範囲内にある。

【0025】これに関連して、リソグラフィ投影装置のもう一つの重要な構成部分は、ショート・ストローク・モジュール15であり、このモジュールは、露出処理中、オブジェクトテーブル20（例えば、基板テーブルまたはレティクル・テーブル）の位置を、精密に制御するために使用される。ショート・ストローク・モジュール15の基本的制御は、レンズ11およびテーブル20の相対位置を測定する位置センサ19（例えば、多重軸干渉計システム）からのものである。比例-積分-微分（PID）低域コントローラ16は、位置制御信号Spを得る。

【0026】モジュール15、および関連構成部分の既知の質量Mssに基づいて、コントローラ17は、加速度計18の出力信号Aから加速制御信号Saを発生する。加速度制御信号Saは、フィードフォワード信号である。

【0027】加速度制御信号Saおよび位置制御信号Spは、加算器21により加算され、ショート・ストローク・モータ22に供給され、上記モータはモジュール15に力Fssを加える。

【0028】試験を行った結果、特に問題となる振動は、例えば、90〜100Hzのような比較的狭い周波

数帯に集中する傾向があることが分かった。一つの周波数f₀のところで、オブジェクトテーブル20に対する、レンズ11の位置を最適に制御することができるように、またf₀を中心にした狭い周波数帯内で、最適な制御より少し劣るが、それでも十分満足できる制御を行うことができるように、本発明の制御ユニット17、および他の構成部品を選択することができる。

【0029】現在、本発明者は、下記の仕様の加速度計を使用することにより、5〜10またはそれ以上のファクタで、レンズの運動の影響を軽減することができることを発見した。

センサ帯域幅：500〜1,000Hz

位相シフト：<-5度、100Hz時

ACフィルタ：<5Hz、<3dBピーク、位相シフト<15度、10Hz時利得誤差：≤1%

ノイズ：<0.1×10⁻³ms⁻²RMS、5〜500Hzに対して

運動コントローラのデータI/O遅延：<50μs、サンプル速度≥2kHz

【0030】＜実施形態3＞2〜20Hzの範囲内に遮断周波数を持つ高域フィルタ23は、レンズ加速度フィードフォワード経路に含まれ得る。上記フィルタは、図2の場合、加速度計18および制御ユニット17の間に接続されているが、上記ユニットに内蔵させることもできるし、フィードフォワード経路内の他の場所に設置することもできる。高域フィルタは、低周波数応答性を多少犠牲にして、高周波数応答性を改善することができる。

【0031】図3（A）および図3（B）は、本発明のシミュレーションの結果を示す。これらの図は、それぞれ、主プレート12および基礎フレーム13の振動によるサーボ位置誤差のボーデ・グラフである。各グラフは、フィードフォワードを行わなかった場合の結果（FFの表示がない線）、フィードフォワードだけ行った場合（FF）の結果、およびフィードフォワードと高域フィルタの両方を使用した場合（FF+HP）の結果を示す。フィードフォワードだけを行った場合の応答性は、比較的広い帯域で、フィードフォワード+高域過渡を行った場合の応答性より、約20dB優れていることを理解することができるだろう。しかし、高域を過渡された信号は、フィードフォワードを行わなかった場合と比較すると、有意な改善を行わないで、応答性にかなりの落込みを発生した。この落込みが、例えば、レンズ11の固有周波数のような、所与の周波数と一致するように、制御システムを調整することができる。この方法により、より効果的な振動補償を行うことができる。

【0032】＜実施形態4＞図4は、本発明の特定の実施形態のリソグラフィ投影装置の一部の簡単な立面図および部分断面図である。映写レンズPLは、フレームHOに固定されていて、ウェーハ・ステージWTの運動面

11

の上に位置している。干渉計による測定手段IFも、フレームHOに取り付けられている。これら測定手段IFは、(例えば、HeNeレーザからの光線のような)少なくとも一本の投射ビーム1を発生する。このビーム1は、ウェーハ・テーブルWTの最も近い辺上の反射面で方向を変えられる。そこで、ビーム1は反射し、手段IFの検出ユニットに戻る。原則として、各自由度(X、Y、Z、Rx、Ry、Rz)に対して上記ビームが一本存在し、その場合、ウェーハ・テーブルWTの位置および運動を測定することが望ましい。手段IFが動作し使用される干渉計の原理は、リソグラフィの分野では周知であるので、ここでは説明を省略する。詳細については、例えば、上記特許出願WO97/33205を参照されたい。

【0033】図4は、また手段IFから、ウェーハ・テーブルWTの近くの、レンズPLの下面上に装着されている反射器Rへ送られる第二の照射ビーム2も示す。ビーム1と同様に、ビーム2は、反射器Rから反射し、手段IFの検出ユニットに戻る。ここでもまた、各自由度に対して、通常、上記ビーム2が一本存在し、その場合、位置および運動を測定することが望ましい。

【0034】上記装置を使用することにより、レンズPLおよびウェーハ・テーブルWTの相対位置を干渉計により測定することができる。通常、手段IFは、レンズPLおよびウェーハ・テーブルWTの瞬間的な相対位置を示す信号S-12を発生するために使用される。その後で、信号S-12の二重微分により、レンズPL及びウェーハ・テーブルWTの相対加速度S-12''が分かる。しかし、上記二重微分は、通常、比較的大きな位相の遅れを生じ、結果として得られる信号をサーボ・ループに適用するのが比較的困難になる。別の方法としては、レンズPLとウェーハ・テーブルWTの瞬間的な相対的速度を示す信号S-12'を発生するために、手段IFを使用する方法がある。その後で、加速度信号S-12''を発生するためには、上記信号S-12'を一回だけ微分しさえすればよいので、位相遅れの問題は軽減される。

【0035】いずれにせよ、手段IFは、通常、リソグラフィ投影装置に存在するので、本発明を実行するため

12

に、本明細書に記載した方法で、上記手段を使用するのは、比較的簡単なことである。しかし、多くの場合、サーボの効率からいっても、(実施形態2のメータ18のような)専用加速度計を使用することが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のリソグラフィ投影装置の略図である。

【図2】本発明を適用したリソグラフィ投影装置の関連構成部分の略図である。

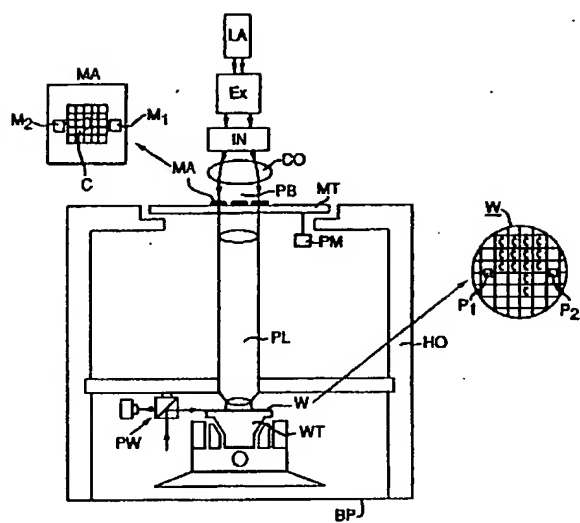
【図3】リソグラフィ投影装置の主プレートおよび基礎フレームの振動に対する、本発明の実施形態の位置に関する誤差応答性(周波数応答性)を示すボーデ・グラフである。

【図4】本発明の特定の実施形態に関連するリソグラフィ投影装置の一部である。

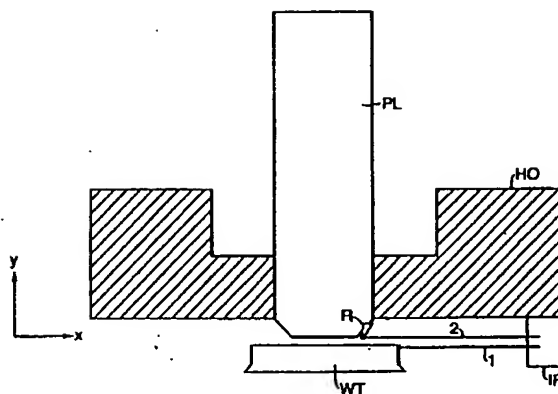
【符号の説明】

- 10 リソグラフィ投影装置
- 11 レンズ
- 12 主プレート
- 13 基礎フレーム
- 14 床
- 15 ショート・ストローク・モジュール低域コントローラ
- 16 低域コントローラ
- 17 コントローラ
- 18 加速度計
- 19 位置センサ
- 20 オブジェクトテーブル
- 21 加算器
- 22 ショート・ストローク・モータ
- 23 高域フィルタ
- LA 照射システム
- Ex ビーム形成光学系
- IN インテグレータ
- CO 集光装置
- PB ビーム
- PL レンズ
- MT オブジェクトテーブル
- W 基板
- WT 基板テーブル

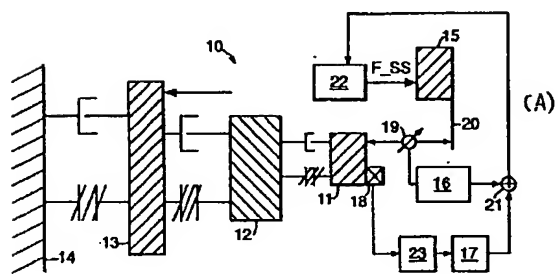
【図1】



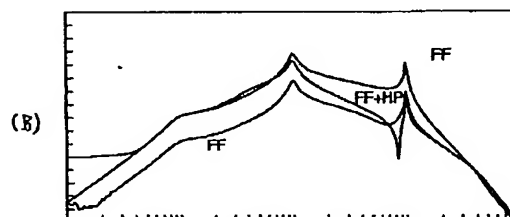
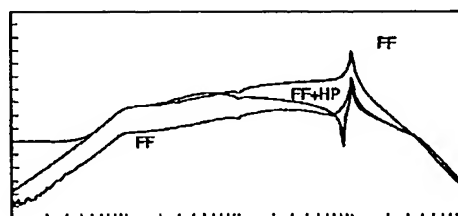
【図4】



【図2】



【図3】



PAT-NO: JP02000182955A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000182955 A

TITLE: SERVO CONTROL METHOD AND USE IN
LITHOGRAPHY PROJECTOR

PUBN-DATE: June 30, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HARRY, HENRIKUS HERRMANN MARIE COX	N/A
REINDER, TEUN PURUGU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ASM LITHOGRAPHY BV	N/A

APPL-NO: JP11355734

APPL-DATE: December 15, 1999

PRIORITY-DATA: 9898204308 (December 17, 1998)

INT-CL (IPC): H01L021/027, G03F007/22

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce harmful vibration influences of a lens by generating a control signal in response to an acceleration signal of a projection system and controlling one of positioning means for moving an object table to compensate the motion of the projection system.

SOLUTION: An irradiation system LA, Ex, IN, CO feeds a projection electron beam PB on a mask table MT, and the projection beam PB passes through a mask MA held in a mask holder on the mask table MT to form a focus

of the projection
beam PB on an object region of a substrate W through a
projection system (lens)
PL, while a displacing and measuring means PW using an
interferometer detects
the acceleration of the projection beam PB, and generates a
control signal in
response to the acceleration signal to compensate the
motion of the projection
system PL so as to accurately position an object table WTB
at the object
region.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO